

Vorrichtung zur Aushärtung einer aus einem Material,  
das unter elektromagnetischer Strahlung aushärtet,  
insbesondere aus einem UV-Lack oder  
aus einem thermisch aushärtenden Lack,  
5 bestehenden Beschichtung eines Gegenstandes

=====

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Aushärtung  
einer aus einem Material, das unter elektromagnetischer  
Strahlung aushärtet, insbesondere aus einem UV-Lack oder  
10 aus einem thermisch aushärtenden Lack, bestehenden Be-  
schichtung eines Gegenstandes, insbesondere einer Fahr-  
zeugkarosserie, mit

- a) mindestens einem elektromagnetische Strahlung  
erzeugenden Strahler;
- 15 b) einem Fördersystem, welches den Gegenstand in die Nä-  
he des Strahlers und von diesem wieder wegführt.

Unter UV-Licht aushärtende Lacke werden bisher hauptsäch-  
lich zur Lackierung von empfindlichen Gegenständen, bei-  
spielsweise Holz oder Kunststoff, eingesetzt. Dort kommt  
20 besonders der Vorteil dieser Lacke zum Tragen, daß sie  
bei sehr niedrigen Temperaturen polymerisiert werden kön-  
nen. Hierdurch wird das Material der Gegenstände vor Zer-  
setzung oder Ausgasung bewahrt. Die Aushärtung von Be-  
schichtungsmaterialien unter UV-Licht besitzt jedoch noch  
25 weitere Vorteile, welche dieses Beschichtungsverfahren

nunmehr auch für die Anwendung in anderen Gebieten interessant macht. Dabei handelt es sich insbesondere um die kurze Aushärtzeit, die sich insbesondere bei solchen Beschichtungsverfahren, die im kontinuierlichen Durchlauf  
5 arbeiten, unmittelbar in einer Verkürzung der Anlagenlänge niederschlägt. Dies ist mit enormen Kosteneinsparungen verbunden. Gleichzeitig kann die Einrichtung, mit welcher die in den Innenraum der Vorrichtung einzubringenden Gase konditioniert werden, verkleinert werden, was ebenfalls  
10 zu Kosteneinsparungen beiträgt. Schließlich ist die niedrige Betriebstemperatur auch bei solchen Gegenständen, die an und für sich höhere Aushärttemperaturen vertragen könnten, aus Gründen der Einsparung von Energie, und zwar insbesondere thermischer Energie, von Vorteil.

15 Viele der Gegenstände, die man gerne mit UV-härtenden Materialien beschichten würde, so z.B. Fahrzeugkarosserien, weisen eine stark unebene, oft dreidimensional gekrümmte Oberfläche auf, so daß es schwierig ist, diese Gegenstände in den Strahlungsbereich eines UV-Strahlers so einzu-  
20 bringen, daß alle Oberflächenbereiche etwa denselben Abstand von dem UV-Strahler aufweisen und die UV-Strahlung etwa unter einem rechten Winkel auf den jeweiligen Oberflächenbereich des Gegenstandes auftrifft.

Bekannte Vorrichtungen der eingangs genannten Art, wie  
25 sie bisher in der Holzindustrie eingesetzt werden, sind hierfür ungeeignet, da hier der oder die UV-Strahler unbeweglich angeordnet waren und die Gegenstände von dem

Fördersystem in eine mehr oder weniger fixen Orientierung an dem oder den UV-Strahlern vorbeigeführt wurden.

In jüngster Zeit wurden zudem Lacke entwickelt, die bei Wärmeeinwirkung in einer Inertgasatmosphäre unter Ausbildung sehr harter Oberflächen aushärten. Die Wärme kann  
5 dabei auf unterschiedliche Weise, so etwa durch Konvektion oder durch Infrarot-Strahler, zugeführt werden. Im letzteren Falle stellen sich ähnliche Probleme, wie sie oben für den Einsatz von UV-Strahlern beschrieben sind.  
10 Insbesondere sollten also alle Oberflächenbereiche des zu lackierenden Gegenstandes in etwa dem gleichen Abstand an dem Infrarot-Strahler vorbeigeführt werden.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art so auszugestalten, daß  
15 auch Beschichtungen auf kompliziert geformten, stark unebenen Gegenständen, insbesondere Fahrzeugkarosserien, mit gutem Ergebnis ausgehärtet werden können.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die räumliche Lage des mindestens einen Strahlers oder  
20 eines diesem zugeordneten Reflektors motorisch veränderbar ist.

Die Veränderbarkeit der räumlichen Lage des mindestens einen Strahlers oder eines diesem zugeordneten Reflektors erlaubt es, die Position der Strahlungsquellen, worunter  
25 in diesem Zusammenhang auch ein Reflektor verstanden

wird, so an die Raumform des beschichteten Gegenstandes anzupassen, daß auch komplizierte dreidimensionale Oberflächen gleichmäßig einer Strahlungsmenge und einer Strahlungsintensität ausgesetzt werden, wie sie zur Aushärtung des Materials erforderlich sind. Eine vollständige Aushärtung tritt nämlich nur ein, wenn die elektromagnetische Strahlung einerseits mit einer über einem Schwellenwert liegenden Intensität auf die Beschichtung auftrifft und andererseits diese Intensität auch über einen bestimmten Zeitraum hinweg aufrecht erhalten wird. Bei zu geringer Intensität kommt eine Polymerisationsreaktion nicht in Gang oder läuft nur unvollständig ab; bei zu kurzer Bestrahlung wird - selbst bei ausreichender Intensität - ebenfalls nur eine unvollständige Aushärtung erzielt.

Wenn nun erfindungsgemäß der beschichtete Gegenstand an dem oder den Strahlern mit Hilfe des Fördersystems vorbeigeführt wird, so wird vorzugsweise programmgesteuert die räumliche Lage des oder der Strahler bzw. zugeordneter Reflektoren automatisch den Außenkonturen des Gegenstandes nachgeführt. Damit wird es auf einfache Weise möglich, alle Oberflächenbereiche des betreffenden Gegenstands im Einwirkungsbereich der elektromagnetischen Strahlung gleichmäßig und vollständig auszuhärten.

Vorzugsweise erstreckt sich ein erster Strahler innerhalb einer Ebene, die im wesentlichen parallel zu einer Transportebene des Fördersystems verläuft, wobei der erste

Strahler in einer Richtung senkrecht zu der Transportebene motorisch verfahrbar ist. Zahlreiche zu beschichtende Gegenstände, etwa Karosserien von Kleinbussen, haben nämlich zumindest annähernd parallele ebene Seitenflächen, während eine der Transportebene abgewandte Begrenzungsfläche stärker konturiert und somit uneben ist. Falls in einem solchen Fall auch die parallelen Seitenflächen des Gegenstandes beschichtet sind und deswegen ausgehärtet werden müssen, umfaßt die Vorrichtung vorzugsweise mindestens zwei weitere Strahler, die zu beiden Seiten einer Förderstrecke des Fördersystems angeordnet sind.

Falls diese Seitenflächen jedoch ebenfalls stärker konturiert sind, so ist es weiter bevorzugt, wenn die mindestens zwei weiteren Strahler in Richtungen senkrecht zu einer Förderrichtung des Fördersystems motorisch verfahrbar sind. Auf diese Weise läßt sich der Abstand zwischen den Seitenflächen des Gegenstandes und den mindestens zwei weiteren Strahlern automatisch verändern, während der Gegenstand zwischen den Strahlern hindurchgeführt wird.

Eine noch bessere Anpassung an die seitlichen Außenkonturen des Gegenstandes läßt sich erreichen, wenn die mindestens zwei weiteren Strahler jeweils um eine zur Förderrichtung parallele Achse motorisch verkippt- oder verschwenkbar sind.

Am einfachsten lassen sich die Strahler innerhalb der Vorrichtung anordnen, wenn sie an einem Portalgerüst befestigt werden, das eine Förderstrecke des Fördersystems brückenartig übergreift. Auf diese Weise wird eine ähnliche Anordnung erzielt, wie sie beispielsweise von Auto-  
5 waschanlagen her bekannt ist.

Im Prinzip läßt sich die Vorrichtung auch manuell steuern, wenn der Gegenstand während des Vorbeifahrens an dem mindestens einen Strahler von einer Bedienperson beobachtet wird. Bevorzugt ist es allerdings, wenn die Vorrichtung eine Steuerung umfaßt, durch die die räumliche Lage  
10 des mindestens einen Strahlers oder des diesem zugeordneten Reflektors automatisch an die Konturen des Gegenstandes anpaßbar ist.

Vorzugsweise ist durch die Steuerung die räumliche Lage des mindestens einen Strahlers oder des diesem zugeordneten Reflektors derart veränderbar, daß während einer Förderbewegung des Gegenstands an dem mindestens einen Strahler vorbei die pro Flächeneinheit auf das Material  
20 auftreffende Menge an elektromagnetischer Strahlung und deren Intensität jeweils vorgebbare, zur Aushärtung erforderliche Schwellenwerte nicht unterschreitet. Diese Menge wird in der Photometrie als Bestrahlung bezeichnet und wird in der Einheit  $\text{Ws/m}^2$  oder  $\text{J/cm}^2$  angegeben. Für  
25 gängige UV-Lacke beispielsweise beträgt die erforderliche Bestrahlung einige wenige  $\text{J/cm}^2$ .

Da eine geringe "Überbelichtung" der Beschichtung dieser im allgemeinen nicht schadet, genügt dieses Steuerungskriterium, um die gesamte Oberfläche gleichmäßig auszuhärten. Bei besonders empfindlichen Beschichtungen kann es allerdings auch zweckmäßig sein, die Steuerung so auszulegen, daß die pro Flächeneinheit auf das Material auftreffende Menge an elektromagnetischer Strahlung im wesentlichen konstant ist. Liegt dieser konstante Wert nur geringfügig über dem für die Aushärtung erforderlichen Schwellenwert, so wird eine stärkere "Überbelichtung", die z. B. zu einem Verspröden oder einer Verfärbung führen kann, vermieden.

Damit die Steuerung die räumliche Lage des mindestens einen Strahlers oder eines diesem zugeordneten Reflektors in der vorstehend geschilderten Weise verändern kann, müssen ihr die Raumformdaten des Gegenstandes bekannt sein. Diese Raumformdaten können beispielsweise von einer übergeordneten Datenverarbeitungsanlage zur Verfügung gestellt werden. Die Steuerung kann aber auch einen Speicher zum Speichern von Raumformdaten des Gegenstandes umfassen, so daß diese Daten auch lokal zur Verfügung stehen.

Zur Ermittlung der Raumformdaten kann eine dem mindestens einen Strahler in Förderrichtung - ggf. auch unmittelbar - vorgelagerte Meßstation vorgesehen sein, durch die die Raumformdaten des Gegenstandes erfaßbar sind.

- In einer besonders einfachen Ausführung umfaßt die Meßstation lediglich eine oder mehrere Lichtschranken, die vorzugsweise in unmittelbarer Nähe des mindestens einen Strahlers angeordnet sind und mit der Steuerung zusammenwirken. Unterbricht der zu bestrahlende Gegenstand eine Lichtschranke, so wird eine entsprechende Ausweichbewegung des betroffenen Strahlers ausgelöst, wie dies ähnlich von Autowasch- oder Kollisionsschutzanlagen her bekannt ist.
- 10 Eine genauere Möglichkeit, die Raumform präzise zu erfassen, bietet die digitale Bildverarbeitung und -erkennung von Videobildern des Gegenstandes. Die Meßstation weist dann eine Videokamera und eine Einrichtung zur digitalen Bildererkennung auf.
- 15 Eine noch genauere Erfassung der Raumform ist möglich, wenn die Meßstation mindestens einen optischen Abtaster aufweist, der beispielsweise eine Infrarotlichtquelle enthalten kann, durch den der Gegenstand in mindestens einer Richtung scannerartig abtastbar ist.
- 20 Besonders bevorzugt wird diejenige Ausführungsform der Erfindung, bei welcher die Vorrichtung ein zumindest annähernd gasdichtes und für elektromagnetische Strahlung undurchlässiges Gehäuse aufweist, in dessen Innenraum der Gegenstand einführbar ist und in dem der mindestens eine
- 25 Strahler angeordnet ist. Dieses Gehäuse sorgt dafür, daß in seitlicher Richtung keine elektromagnetische Strahlung



und keine Gase entweichen können, was aus Gesundheitsgründen für das Bedienungspersonal notwendig ist.

Besonders bevorzugt wird, wenn dem Innenraum des Gehäuses ein Schutzgas zuführbar ist. Das Schutzgas hat primär die Funktion, die Anwesenheit von Sauerstoff im Strahlungsbe-  
5 reich der Strahler zu verhindern, da dieser Sauerstoff insbesondere unter dem Einfluß von UV-Licht in schädliches Ozon umgewandelt werden könnte und außerdem bei der Polymerisationsreaktion schädlich ist.

10 Das Schutzgas kann schwerer als Luft, insbesondere Kohlendioxid, oder auch leichter als Luft, insbesondere Helium, sein.

Wenn in unmittelbarer Nähe des mindestens einen Strahlers ein Einlaß für das Schutzgas ist, so läßt sich dieses  
15 zugleich als Kühlgas für den Strahler nutzen. Alternativ oder zusätzlich hierzu kann jedoch auch mindestens ein Einlaß so ausgerichtet werden, daß das aus dem Einlaß austretende Schutzgas unmittelbar auf die augenblicklich bestrahlte Oberfläche gerichtet wird. Auf diese Weise ist  
20 gewährleistet, daß am Reaktionsort, an dem die elektromagnetische Strahlung die Aushärtung bewirkt, der Anteil an unerwünschten Fremdgasen sehr gering ist.

Das Gehäuse kann in der Nähe des mindestens einen Strahlers an seinen Innenflächen mit einer reflektierenden

Schicht versehen sein. Hierdurch können Strahler mit geringerer Leistung eingesetzt werden.

Die Reflektionswirkung wird dadurch verstärkt, daß die Schicht eine Vielzahl von Unebenheiten aufweist. Die Reflektionen erfolgen unter diesen Umständen unter sehr  
5 verschiedenen Winkeln, wodurch unerwünschte Strahlungs-  
bündelungen vermieden werden.

Besonders günstig ist es dabei, wenn die reflektierende Schicht aus Aluminiumfolie besteht. Diese hat ein sehr  
10 gutes Reflektionsvermögen für elektromagnetische Strahlung und ist preiswert erhältlich. Außerdem kann eine Aluminiumfolie leicht zerknittert werden, wodurch sich auf einfache Weise die vorstehend beschriebenen Unebenheiten erzielen lassen.

15 Anstatt das gesamte Gehäuse mit Schutzgas zu befüllen, kann in dem Gehäuse auch ein zu einer Transportebene offener Behälter angeordnet sein, der mit dem Schutzgas befüllbar ist. Bei einem nach oben offenen Behälter sollte das Schutzgas schwerer als Luft sein; bei einem nach unten  
20 offenen haubenartigen Behälter leichter. Ob ein nach oben oder nach unten offener Behälter im Einzelfall vorzuziehen ist, hängt unter anderem auch von der Art des verwendeten Fördersystems ab. Bei Hängbahnen beispielsweise wird ein nach oben offener Behälter günstiger sein,  
25 da sich der Gegenstand dann relativ einfach von oben in den Behälter einbringen läßt.

Am Ein- und am Auslaß des Gehäuses kann jeweils eine Schleuse für das Einbringen bzw. Ausbringen des Gegenstandes vorgesehen sein. Diese Schleusen verhindern, daß beim Einbringen und Ausbringen des Gegenstandes in das Gehäuse oder aus diesem größere Luftmengen aus der Außenatmosphäre in das Gehäuse gelangen. Außerdem schützen die Schleusen Bedienpersonen vor gesundheitsgefährdender Strahlung, beispielsweise vor UV-Licht.

Bei Gegenständen mit Hohlräumen kann es im übrigen zweckmäßig sein, einen weiteren Einlaß für Schutzgas innerhalb der eingangsseitigen Schleuse derart anzuordnen, daß die Hohlräume mit Schutzgas durchspült werden, wodurch darin enthaltene Luft verdrängt wird.

Da sich jedoch auch mit Schleusen das Eindringen von Luft, insbesondere von Sauerstoff, in den Innenraum des Gehäuses nicht vollständig unterdrücken läßt, ist zweckmäßigerweise eine Einrichtung zur Entfernung des Sauerstoffes aus der innerhalb des Gehäuses befindlichen Atmosphäre vorgesehen. Diese Einrichtung kann einen Katalysator zur katalytischen Bindung des Sauerstoffes, ein Filter zur Absorption oder auch ein Filter zur Adsorption von Sauerstoff umfassen.

Anstatt den mindestens einen Strahler selbst zu verfahren, zu verschwenken oder in sonstiger Weise in seiner Lage zu verändern, kann auch die Form eines diesem Strahler zugeordneten Reflektors zur Veränderung der Strah-

lungsbündelung veränderbar sein. Ein solcher Reflektor kann beispielsweise aus mehreren reflektierenden Segmenten aufgebaut sein, die sich einzeln verstellen lassen.

Wenn mindestens einem der Strahler auf der dem Gegenstand  
5 abgewandten Seite ein beweglicher Reflektor zugeordnet ist, ist eine zusätzliche Anpassung der Strahlungsrichtung an den Verlauf der Oberfläche des zu behandelnden Gegenstandes möglich.

Wenn das Beschichtungsmaterial zunächst noch verhältnis-  
10 mäßig viel Lösemittel enthält, wie dies beispielsweise bei wasserbasierten Lacken der Fall ist, kann die Vorrichtung zur Entfernung des Lösemittels aus dem Material der Beschichtung eine Vorwärmzone aufweisen.

Wenn dagegen pulverförmige Materialien verarbeitet werden  
15 sollen, kann die Vorrichtung zur Angelierung dieses pulverförmigen Materials eine entsprechende Vorwärmzone besitzen.

Ausgangsseitig kann die Vorrichtung zur Vervollständigung der Aushärtung eine Nachwärmzone aufweisen.

20 Die elektromagnetische Strahlung ist vorzugsweise UV-Licht oder Infrarotstrahlung.

Weitere Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels anhand der Zeichnung. Darin zeigen:

- Figur 1    einen stark vereinfachten und nicht maßstäblichen Längsschnitt durch eine Vorrichtung zur Aushärtung eines UV-Lackes auf Fahrzeugkarosserien;
- Figur 2    ein Portalgerüst der in Figur 1 gezeigten Vorrichtung in einer Vorderansicht;
- Figur 3    einen UV-Strahler mit zugeordnetem Reflektor in einem Querschnitt.

In der Figur 1 ist eine Vorrichtung zur Aushärtung von UV-Lacken in einem stark vereinfachten und nicht maßstäblichen Längsschnitt gezeigt und insgesamt mit 10 bezeichnet. Die beispielhaft dargestellte Aushärtvorrichtung 10 ist Teil einer Lackieranlage, die dazu vorgesehen ist, eine Mehrschichtlackierung auf vormontierte Fahrzeugkarosserien 12 aufzubringen.

Die Aushärtvorrichtung umfaßt ein an sich bekanntes Fördersystem für die Fahrzeugkarosserien 12, das in dem dargestellten Ausführungsbeispiel eine Rollenbahn 14, darauf aufgesetzte Skid-Träger 16 sowie einen ersten Hubtisch 18 und einen zweiten Hubtisch 20 umfaßt. Mit Hilfe dieses Fördersystems werden die Fahrzeugkarosserien 12 der Aus-

härtvorrichtung 10 zugeführt und durch die einzelnen Stationen der Aushärtvorrichtung 10 transportiert. Bei diesen Stationen handelt es sich um eine Vorwärmzone 22, eine Meßstation 19, einen Bestrahlungstunnel 24 und eine  
5 Nachwärmzone 26.

Die Vorwärmzone 22 und die Nachwärmzone 26 enthalten jeweils mit 28 bzw. 30 angedeutete und als Heißluftheizungen ausgeführte Heizeinrichtungen, durch die sich die Temperatur in der Vorwärmzone 22 bzw. der Nachwärmzone 26 erhöhen läßt. Alternativ kommt eine Beheizung durch  
10 IR-Strahler oder mit Hilfe eines Magnetrons zur Erzeugung von Mikrowellen in Frage. Die Vorwärmzone 22 kann je nach Art des Beschichtungsmaterials unterschiedliche Funktionen ausführen: Handelt es sich bei diesem Material um lösemittelbasierte Stoffe, beispielsweise um Wasserlack,  
15 werden hier die Lösemittel weitestgehend entfernt. Handelt es sich um Pulvermaterial, dient die Vorwärmzone 22 dazu, das Pulver anzugelieren und auf diese Weise bereit zur Polymerisationsreaktion zu machen.

Bei dem Bestrahlungstunnel 24 handelt es sich um eine für Luft und UV-Licht weitgehend dichte Kabine, deren Innenraum 32 für die Fahrzeugkarosserien 12 nur über eine Einlaßschleuse 34 und eine Auslaßschleuse 36 zugänglich ist. Die Einlaßschleuse 34 und die Auslaßschleuse 36 sind in  
25 dem dargestellten Ausführungsbeispiel jeweils als Doppelschleusen mit zwei beweglichen Rolltoren 341, 342 bzw. 361, 362 ausgebildet.

Der Innenraum 32 des Bestrahlungstunnels 24 ist mit einem Schutzgas befüllbar, das in einem Gasbehälter 38 gespeichert und über eine in den Boden des Innenraums 32 mündende Leitung 40 in diesen einleitbar ist. Im dargestellten Ausführungsbeispiel handelt es sich bei dem Schutzgas um Kohlendioxid. Da gasförmiges Kohlendioxid schwerer als Luft ist, füllt es den Innenraum 32 des Bestrahlungstunnels 24 vollständig von unten nach oben aus. Falls als Schutzgas ein Gas verwendet wird, das leichter ist als Luft, z. B. Helium, so sollte das Schutzgas vorzugsweise von oben in den Innenraum 32 eingeleitet werden. Die Menge des über die Leitungen 14 zugeführten Schutzgases steht mit der Menge des Schutzgases, das unter anderem über die Einlaß- und Auslaßschleusen 34 bzw. 36 entweicht, in einem dynamischen Gleichgewicht.

Ferner ist der Innenraum 32 mit einem Regenerationskreislauf 42 verbunden, mit dem sich Sauerstoff aus der in dem Innenraum 32 enthaltenen Atmosphäre entfernen läßt.

In dem Innenraum 32 ist ferner ein Portalgerüst 44 angeordnet, das sich brückenartig über die Rollenbahn 14 erstreckt. An dem Portalgerüst 44 sind mehrere UV-Strahler befestigt, nämlich ein horizontal ausgerichtetes Dachstrahler 46 sowie mehrere vertikal ausgerichtete Seitenstrahler 48. Die Anordnung der UV-Strahler 46, 48 wird nachfolgend anhand der Figur 2 erläutert.

Die Figur 2 zeigt das Portalgerüst 44 mit daran befestigten UV-Strahlern in einer stark schematisierten Vorderansicht. Das Portalgerüst 44 überspannt brückenartig die Rollenbahn 14, auf der die Skid-Träger 16 mit den darauf befestigten Fahrzeugkarosserien 12 durch das Portalgerüst 44 hindurchgeführt werden können. An dem Portalgerüst 44 sind der Dachstrahler 46, ein Paar zu beiden Seiten der Rollenbahn 14 angeordnete untere Seitenstrahler 48a, 48b sowie ein Paar zu beiden Seiten der Rollenbahn 14 angeordnete obere Seitenstrahler 52a, 52b befestigt. Der Dachstrahler 46 sowie die vier Seitenstrahler 48a, 48b und 52a, 52b enthalten jeweils eine stabförmige Lichtquelle 53, der ein dahinter angeordneter Reflektor 55 zugeordnet ist.

Wie durch die Doppelpfeile in Figur 2 angedeutet ist, läßt sich die räumliche Lage der unteren Seitenstrahler 48a, 48b und der oberen Seitenstrahler 52a, 52b mit Hilfe von nicht näher dargestellten Stellmotoren in unterschiedlichster Weise verändern. Dies sei am Beispiel des unteren rechts dargestellten Seitenstrahlers 48b erläutert. Dieser Seitenstrahler 48b kann sowohl in der Vertikalrichtung, d. h. in Richtung des Doppelpfeils 54, als auch parallel zur Querachse der Fahrzeugkarosserie 12, d. h. in Richtung des Doppelpfeils 56, verstellt werden. Darüber hinaus kann der Seitenstrahler 48b um eine zur Förderrichtung parallele Achse verschwenkt werden, was durch einen Doppelpfeil 58 angedeutet ist.



Der Dachstrahler 46 ist in Vertikalrichtung (Pfeil 62) verfahrbar und überdies um eine Achse 64 drehbar, wie dies durch Doppelpfeile 66 angedeutet ist. Die seitlichen Aufhängungen des Dachstrahlers 46 sind in vertikal verlaufenden schlitzartigen Führungen gehalten und an Bändern 68a, 68b an einer sich über die gesamte Breite des Portals 4 erstreckenden Welle 70 aufgehängt. Über einen Antrieb 72 ist die Welle 70 um ihre Längsachse in eine Drehung versetzbar, wodurch die Bänder 68a, 68b auf- oder abgerollt und dadurch in ihrer Länge verändert werden können. Der Dachstrahler 46 senkt sich dabei entsprechend ab bzw. verfährt nach oben.

Anstelle eines einstückig ausgebildeten Dachstrahlers 46 kann auch ein in zwei oder mehrere Einzelsegmente unterteilter Dachstrahler vorgesehen sein. Durch Anpassung der Anordnung der Einzelsegmente an den Verlauf der nach oben weisenden Oberfläche der Fahrzeugkarosserie 12 kann auch dann, wenn diese Oberfläche stärker gewölbt ist, ein weitgehend konstanter Bestrahlungsabstand eingehalten werden.

Soll UV-Lack, der sich an Innenflächen der Fahrzeugkarosserie 12 befindet und von außen her durch die UV-Strahler 46, 48a, 48b, 52a, 52b nicht erreichbar ist, ausgehärtet werden, kann ein zusätzlicher UV-Strahler eingesetzt werden, der sich an einem beweglichen, in den Innenraum der Fahrzeugkarosserie 12 einföhrbaren Arm befindet.

Über eine Steuerungseinrichtung 74, die mit den einzelnen Stellmotoren über in Figur 2 gestrichelt angedeutete und insgesamt mit 76 bezeichnete Steuerleitungen verbunden ist, können die UV-Strahler 46, 48a, 48b, 52a, 52b so zu  
5 der Fahrzeugkarosserie 12 ausgerichtet werden, daß deren Außenkonturen gleichmäßig von allen Seiten mit UV-Licht bestrahlt werden. Der Abstand zwischen der Außenkontur der Fahrzeugkarosserie 12 und den UV-Strahlern 46, 48a, 48b, 52a, 52b ist dabei so gewählt, daß die gesamte Menge  
10 an UV-Licht, d. h. die Bestrahlung, der die lackierte Oberfläche ausgesetzt ist, den für eine Polymerisation der Lackoberfläche erforderlichen Schwellenwert überschreitet. Da moderne Fahrzeugkarosserien 12 häufig eine relativ stark geschwungene Außenkontur aufweisen, werden die  
15 Positionen des Dachstrahlers 46, der Seitenstrahler 48a, 48b und 52a, 52b und ggfs. der Reflektoren 55 während des Durchfahrens der Fahrzeugkarosserie 12 durch das Portalgerüst 44 kontinuierlich an die das Portalgerüst 44 durchmessende Außenkontur der Fahrzeugkarosserie 12 angepaßt.  
20

In der Steuerung 74 sind in einem Speicher 78 die hierfür erforderlichen Raumformdaten der Fahrzeugkarosserie 12 hinterlegt. Diese Raumformdaten können z. B. von einer übergeordneten Datenverarbeitungsanlage abgerufen werden,  
25 in der für sämtliche die Aushärtvorrichtung 10 durchlaufende Fahrzeugkarosserien 12 einschlägige Daten wie Art und Farbe der Lackierung und Karosserietyp und -form hinterlegt sind. Es ist dann lediglich ein Lesegerät erforder-

derlich, welches den Typ der in den Bestrahlungstunnel 24 einlaufenden Fahrzeugkarosserie 12 erkennt, so daß die diesem Typ zugeordneten Raumformdaten abgerufen werden können.

5 Alternativ oder zu Kontrollzwecken zusätzlich hierzu ist es möglich, die notwendigen Raumformkoordinaten auch mit der dem Portalgerüst 44 vorgelagerten Meßstation 19 zu ermitteln, die innerhalb der Einlaßschleuse 34 angeordnet ist (siehe Figur 1). Die Meßstation 19 weist ebenfalls  
10 ein portalartiges Gerüst auf, an dem eine Vielzahl optischer Abtaster 80 mit Infrarotlichtquellen sowohl in Vertikalrichtung als auch quer zur Förderrichtung 82 befestigt sind. Die Abtaster 80 erfassen scannerartig die Außenkontur der Fahrzeugkarosserie 12 bei deren Durchtritt  
15 durch die Meßstation 19.

Im folgenden wird die Funktion der Aushärtvorrichtung 10 beschrieben.

Es sei angenommen, daß in einer vorgeschalteten Beschichtungseinrichtung der Lackieranlage bereits mehrere Lack-  
20 schichten aufgetragen worden sind. Bei der obersten Lack-  
schicht handelt es sich um einen Klarlack, der als Pulver auf die bereits vorhandenen Lackschichten aufgebracht ist. Unter dem Einfluß von UV-Licht polymerisiert der Klarlack und härtet auf diese Weise aus. Voraussetzung  
25 hierfür ist zum einen, daß der pulverförmige Lack zuvor in einen quasi-flüssigen, gelartigen Zustand überführt

wird. Hierfür dient die Vorwärmzone 22, in der eine darin  
eingebrachte Fahrzeugkarosserie 12 auf eine Temperatur  
von etwa 90° C erhitzt wird. Bei dieser Erweichungstempe-  
ratur geht das Pulver in den erwähnten gelartigen Zustand  
5 über.

Von der Vorwärmzone 22 wird der Skid-Träger 16 mit darauf  
aufgebrachter Fahrzeugkarosserie 12 über den ersten Hub-  
tisch 18 abgesenkt und auf einen tiefer gelegenen Ab-  
schnitt der Rollenbahn 14 aufgesetzt. Durch sukzessives  
10 Öffnen und Schließen der Rollentore 341, 342 der Ein-  
laßschleuse 34 wird die Fahrzeugkarosserie 12 in den Be-  
strahlungstunnel 24 eingebracht, ohne nennenswerte Mengen  
des darin enthaltenen Schutzgases nach außen dringen zu  
lassen.

15 In dem Innenraum 32 des Bestrahlungstunnels 24 erfolgt  
die eigentliche Aushärtung des nunmehr gelartigen Klar-  
lacks mit Hilfe von UV-Bestrahlung. Das Schutzgas ver-  
drängt die ursprünglich in dem Innenraum 32 vorhandene  
Luft und verhindert somit, daß das UV-Licht den molekula-  
20 ren Luftsauerstoff in Ozon umwandelt, welches die Polyme-  
risationsreaktion verlangsamen würde.

Da insbesondere durch das Öffnen der Einlaßschleuse 34  
und der Auslaßschleuse 36 Schutzgas verloren geht, wird  
während des Betriebs der Aushärtvorrichtung 10 laufend  
25 Schutzgas über den Gaskanal 40 in den Innenraum 32 einge-  
leitet.

Der Regenerationskreislauf 42 hat die Aufgabe, Sauerstoff, der über die Fahrzeugkarosserien 12 in den Innenraum 32 eingebracht wird oder beim Öffnen der Einlaßschleuse 34 oder der Auslaßschleuse 36 eindringt, aus  
5 der Atmosphäre in dem Innenraum 32 zu entfernen. Hierzu wird dem Innenraum 32 über eine Leitung 90 ständig Schutzgas entnommen und beispielsweise über einen Katalysator 92 geführt, der den Sauerstoff katalytisch bindet. Ein Teil dieses Schutzgases wird über die Leitung  
10 94 wieder in den Innenraum 32 des Bestrahlungstunnels 24 zurückgegeben, während ein anderer Teil über eine Leitung 96 in die Außenatmosphäre entlassen wird.

Statt eines Katalysators 90 kann der Regenerationskreislauf 42 auch ein Sauerstoff adsorbierendes oder Sauerstoff absorbierendes Filter enthalten.  
15

Nach dem Durchfahren des Portalgerüsts 44 verläßt die Fahrzeugkarosserie 12 den Bestrahlungstunnel 24 und wird über den zweiten Hubtisch 20 auf einen höher gelegenen Abschnitt der Rollenbahn 14 angehoben und in die Nachwärmzone 26 eingebracht. In dieser Nachwärmzone, in der  
20 eine Temperatur von etwa 105° C herrscht, verweilt die Fahrzeugkarosserie 12 etwa 5 bis 10 Minuten lang, in denen die Polymerisationsreaktion vollständig zum Abschluß kommt.

25 Die Figur 3 zeigt den Dachstrahler 46 in einem vergrößerten Querschnitt. Der dem Dachstrahlers 46 zugeordnete Re-

flektor 55 ist bei diesem Ausführungsbeispiel in mehrere Einzelsegmente 100 unterteilt, die mit Hilfe von in Figur 3 nicht näher dargestellten Stellantrieben einzeln ver-  
stellt werden können. Auf diese Weise läßt sich die  
5 Richtcharakteristik der Dachstrahlers 46 gezielt verändern, wodurch die Strahlungswirkung des Dachstrahlers 46 z. B. an unterschiedliche Oberflächenneigungen angepaßt werden kann.

Die obigen Ausführungsbeispiele werden zum Aushärten von  
10 Lacken unter UV-Licht eingesetzt. Sie lassen sich aber auch bei solchen Lacken verwenden, die unter Wärmeeinwirkung, insbesondere in einer Inertgasatmosphäre, also beispielsweise in einer CO<sub>2</sub>- oder Stickstoffatmosphäre, aushärten. Es brauchen dann im wesentlichen nur die be-  
15 schriebenen UV-Strahler durch IR-Strahler ersetzt zu werden. Andere mit dem Wechsel der elektromagnetischen Strahlung verbundene konstruktive Anpassungen sind dem Fachmann bekannt und brauchen hier nicht näher erläutert zu werden.

## Patentansprüche

=====

1. Vorrichtung zur Aushärtung einer aus einem Material,  
5 das unter elektromagnetischer Strahlung aushärtet,  
insbesondere aus einem UV-Lack oder aus einem thermisch  
aushärtenden Lack, bestehenden Beschichtung eines Gegen-  
standes, insbesondere einer Fahrzeugkarosserie (12), mit
- a) mindestens einem elektromagnetische Strahlung er-  
10 zeugenden Strahler (46, 48a, 48b, 52a, 52b);
- b) einem Fördersystem (14, 16), welches den Gegenstand  
(12) in die Nähe des Strahlers (46, 48a, 48b, 52a,  
52b) und von diesem wieder weg führt;
- dadurch gekennzeichnet,
- 15 daß die räumliche Lage des mindestens einen Strahlers  
(46, 48a, 48b, 52a, 52b) oder eines diesem zugeordneten  
Reflektors (55) motorisch veränderbar ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,  
daß sich ein erster Strahler (46) innerhalb einer  
20 Ebene erstreckt, die im wesentlichen parallel zu einer  
Transportebene des Fördersystems (14, 16) verläuft, und

daß der erste Strahler (46) in einer Richtung (62) senkrecht zu der Transportebene motorisch verfahrbar ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung mindestens zwei weitere Strahler  
5 (48a, 48b, 52a, 52b) umfaßt, die zu beiden Seiten einer Förderstrecke (14) des Fördersystems (14, 16) angeordnet sind.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens zwei weiteren Strahler (48a, 48b,  
10 52a, 52b) in Richtungen (54, 56) senkrecht zu einer Förderrichtung des Fördersystems (14, 16) motorisch verfahrbar sind.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens zwei weiteren Strahler (48a, 48b,  
15 52a, 52b) jeweils um eine zur Förderrichtung parallele Achse motorisch verkippt- oder verschwenkbar (58) sind.

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahler (46, 48a, 48b, 52a, 52b) an einem Portalgerüst (44) befestigt sind,  
20 das eine Förderstrecke (14) des Fördersystems (14, 16) brückenartig übergreift.

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung eine Steuerung (74) umfaßt, durch die die räumliche Lage des



mindestens einen Strahlers (46, 48a, 48b, 52a, 52b) oder des diesem zugeordneten Reflektors (55) automatisch an die Konturen des Gegenstandes (12) anpaßbar ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet,  
5 daß durch die Steuerung (74) die räumliche Lage des mindestens einen Strahlers (46, 48a, 48b, 52a, 52b) oder des diesem zugeordneten Reflektors (55) derart veränderbar ist, daß während einer Förderbewegung des Gegenstands (12) an dem mindestens einen Strahler (46, 48a, 48b, 52a,  
10 52b) vorbei die pro Flächeneinheit auf das Material auftreffende Menge an elektromagnetischer Strahlung und deren Intensität jeweils vorgebbare, zur Aushärtung erforderliche Schwellenwerte nicht unterschreitet.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet,  
15 daß die Steuerung (74) so ausgelegt ist, daß die pro Flächeneinheit auf das Material auftreffende Menge an elektromagnetischer Strahlung im wesentlichen konstant ist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung (74) einen Speicher (76)  
20 zum Speichern von Raumformdaten des Gegenstandes (12) umfaßt.

11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dem mindestens einen  
25 Strahler (46, 48a, 48b, 52a, 52b) in Förderrichtung eine

Meßstation (19) vorgelagert ist, durch die Raumformdaten des Gegenstandes (12) erfassbar sind.

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßstation mindestens eine Lichtschranke umfaßt.

13. Vorrichtung nach Anspruch 11 oder 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßstation eine Videokamera und eine Einrichtung zur digitalen Bilderkennung umfaßt.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 11 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßstation (19) mindestens einen optischen Abtaster (80) umfaßt, durch den der Gegenstand (12) in mindestens einer Richtung scannerartig abtastbar ist.

15. Vorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß der optische Abtaster (80) eine Infrarotlichtquelle umfaßt.

16. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie ein zumindest annähernd gasdichtes und für elektromagnetische Strahlung undurchlässiges Gehäuse (24) aufweist, in dessen Innenraum (32) der Gegenstand (12) einführbar und in dem der mindestens eine Strahler (46, 48a, 48b, 52a, 52b) angeordnet ist.

17. Vorrichtung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß dem Innenraum (32) des Gehäuses (24) ein Schutzgas zuführbar ist.
18. Vorrichtung nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß das Schutzgas schwerer als Luft, insbesondere Kohlendioxid, ist.
19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, daß das Schutzgas leichter als Luft, insbesondere Helium, ist.
20. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß in unmittelbarer Nähe des mindestens einen Strahlers (46, 48a, 48b, 52a, 52b) ein Einlaß (40) für das Schutzgas ist.
21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 16 bis 20, dadurch gekennzeichnet, daß das Gehäuse (24) in der Nähe des mindestens einen Strahlers (46, 48a, 48b, 52a, 52b) mit einer reflektierenden Schicht ausgekleidet ist.
22. Vorrichtung nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, daß die reflektierende Schicht eine Vielzahl von Unebenheiten aufweist.
23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, daß die reflektierende Schicht aus einer Aluminiumfolie besteht.

24. Vorrichtung nach den Ansprüchen 16 und 17, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Gehäuse (24) ein zu einer Transportebene offener Behälter angeordnet ist, der mit dem Schutzgas befüllbar ist.
- 5 25. Vorrichtung nach den Ansprüchen 16 und 17, dadurch gekennzeichnet, daß an einem Eingang und an einem Ausgang des Gehäuses (24) eine Schleuse (34, 36) zum Einbringen bzw. Ausbringen des Gegenstandes (12) angeordnet ist.
- 10 26. Vorrichtung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, daß innerhalb der eingangsseitigen Schleuse ein Einlaß für Schutzgas derart angeordnet ist, daß ein in dem Gegenstand vorhandener Hohlraum mit Schutzgas durchspült wird.
- 15 27. Vorrichtung nach Anspruch 16 und 17, dadurch gekennzeichnet, daß eine Einrichtung (42) zur Entfernung von Sauerstoff aus der innerhalb des Gehäuses (24) befindlichen Atmosphäre vorgesehen ist.
- 20 28. Vorrichtung nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (42) zur Entfernung von Sauerstoff einen Katalysator (92) zur katalytischen Bindung des Sauerstoffs aufweist.
29. Vorrichtung nach Anspruch 27 oder 28, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung (42) zur Entfer-

nung von Sauerstoff ein Filter zur Absorption von Sauerstoff aufweist.

30. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 27 bis 29, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zur Entfernung von Sauerstoff ein Filter zur Adsorption von Sauerstoff aufweist.

31. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dem mindestens einen Strahler (46) ein Reflektor (55, 100) zur Strahlungs-  
10 delung zugeordnet ist, dessen Form zur Veränderung der Strahlungs-  
bündelung veränderbar ist.

32. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß dem mindestens einen Strahler (46, 48a, 48b, 52a, 52b) auf der dem Gegenstand  
15 abgewandten Seite ein beweglicher Reflektor zugeordnet ist.

33. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie zur Entfernung von Lösemitteln aus dem Material der Beschichtung eine Vor-  
20 wärmzone (22) aufweist.

34. Vorrichtung nach einem Ansprüche 1 bis 32, dadurch gekennzeichnet, daß sie zur Angelierung von pulverförmigem Material der Beschichtung eine Vorwärmzone (22) aufweist.

35. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß sie zur Vervollständi-  
gung der Aushärtung eine Nachwärmzone (26) aufweist.

36. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
s dadurch gekennzeichnet, daß die elektromagnetische  
Strahlung UV-Licht ist.

37. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet, daß die elektromagnetische  
Strahlung IR-Strahlung ist.

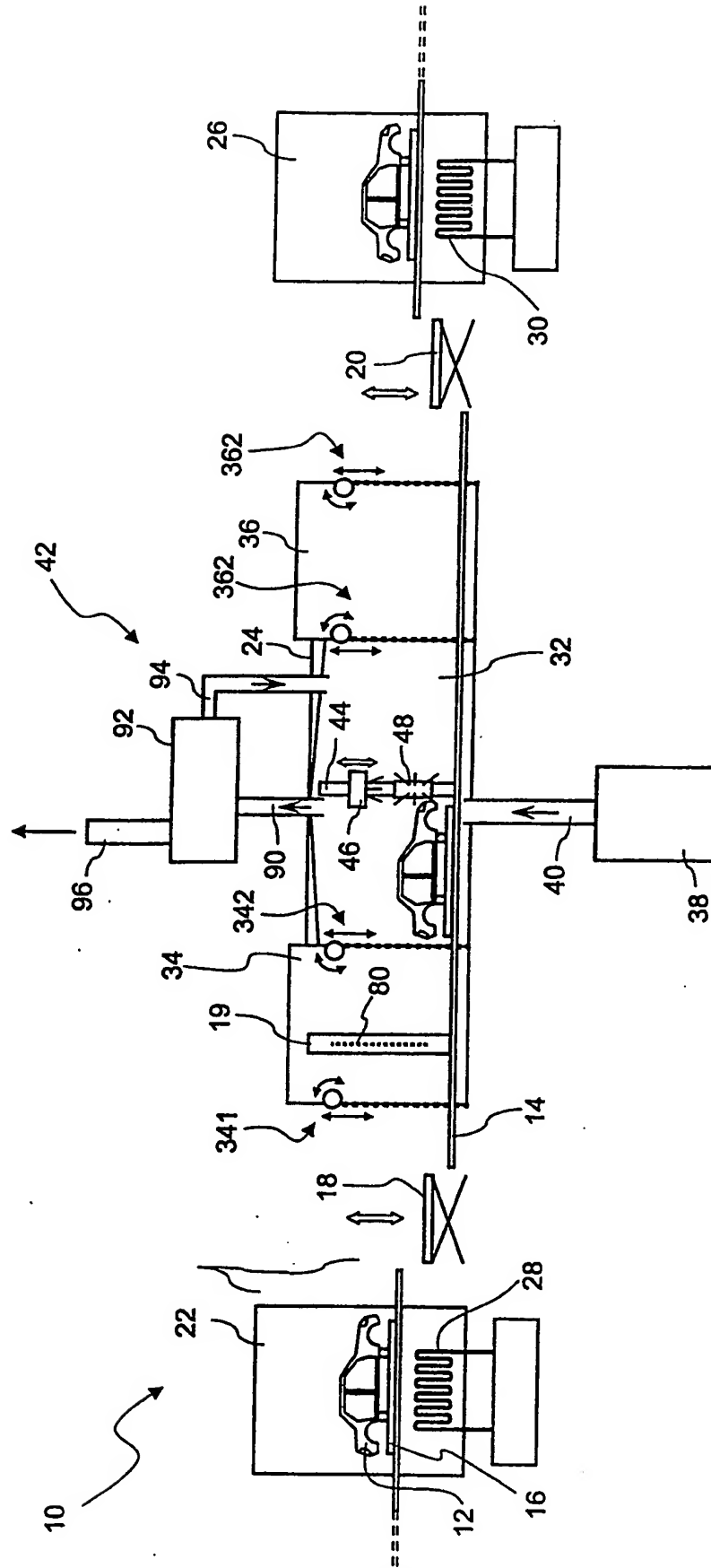


Fig. 1

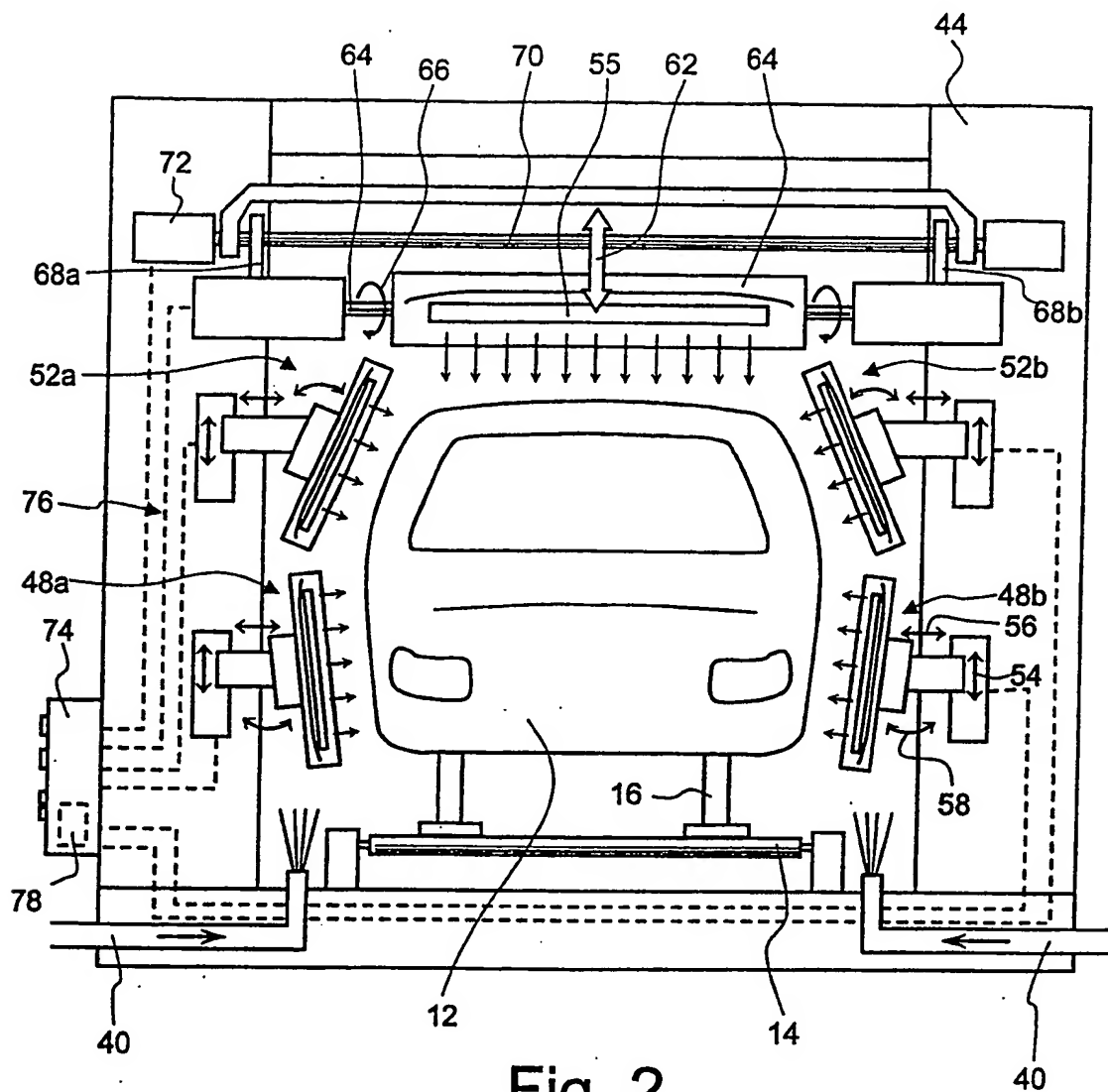


Fig. 2

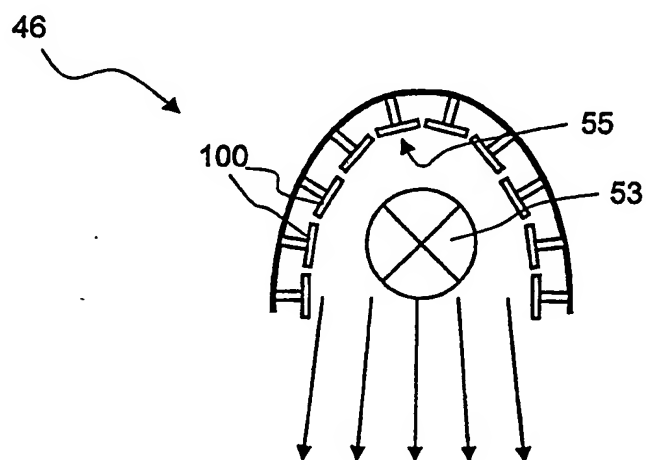


Fig. 3